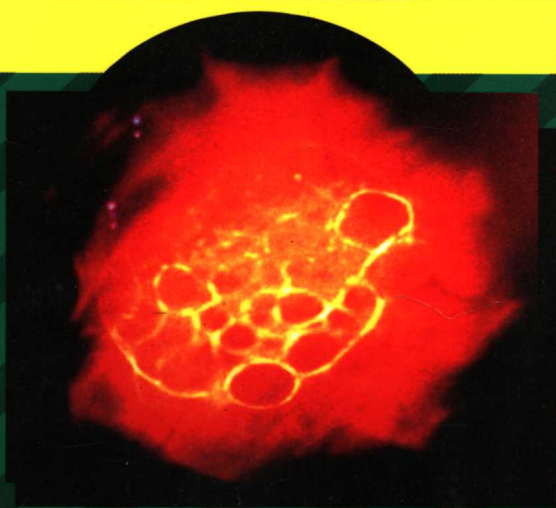


热处理工

实际操作手册

SHIJICAOZUO
SHOUCE



董世柱 唐殿福 主编

 辽宁科学技术出版社

热处理工 实际操作手册

主 编 董世柱 唐殿福

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

热处理工实际操作手册/董世柱, 唐殿福主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2006.8

ISBN 7-5381-4456-0

I. 热… II. ①董… ②唐… III. 热处理-技术手册 IV. TG156-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 053878 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳市第二印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 25.375

字 数: 680 千字

印 数: 1 ~ 5000

出版时间: 2006 年 8 月第 1 版

印刷时间: 2006 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 李 雪 疏 敏 玉 宝

定 价: 39.80 元

联系电话: 024-23284372

邮购热线: 024-23284502 23284357

E-mail: elecom@mail.lnpgc.com.cn

http: //www.lnkj.com.cn

前 言

金属热处理是发挥材料潜力、改善材料性能降低能耗和物耗、保证提高机械产品使用寿命的重要加工手段。

随着机械制造业的技术升级,新技术、新工艺、新材料、新设备的广泛应用并迅速转化为优质产品,需要大批高智能型技术工人的有效劳动。这就迫切要求企业的热处理技术人员了解和掌握材料热处理方面的基础知识,并能自觉地、完整地、独立地执行好热处理工艺规范,确保优质、高效、文明的热处理生产。

本手册以具有高中文化水平、中级以上的热处理工为对象所编写,同时可供工程技术人员、大中专院校师生参考。

本手册编写特点:

1. 本手册大量引用了国家标准和行业标准,并专门编写了热处理标准一章。

2. 手册除了引用公开出版发行的书籍、杂志内容外,还适量地选用材料学术会议资料及作者 40 余年教学、科研及社会实践所积累的经验和数据。一些章节选用了辽宁省大中型企业成熟且质量稳定的热处理工艺。

3. 手册内容覆盖面宽,并增加了不少新工艺、新技术,以满足生产技术形势发展的需要。

4. 语言简练、通俗易懂,对于难点内容适量做了解释。

全书由董世柱、唐殿福主编,副主编徐维良,参编人员有郭晓光、姚正辉、张以鹏、任传富、刘荣承、王春莉、于文馨、杜艳霞等同志。

限于编者学识及实际工作水平，缺点和错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第一章 关于热处理的标准、工艺代号及名词术语····· 001

第一节 关于热处理的国际标准、国外先进标准及 国内标准····· 001

一、国际标准····· 001

二、国外先进标准····· 002

三、国内标准····· 003

第二节 金属热处理工艺分类及代号····· 004

第三节 热处理名词术语····· 007

一、金相组织类名词术语····· 007

二、热处理缺陷类名词术语····· 010

第二章 基础知识····· 012

第一节 金属的晶体结构····· 012

一、金属与合金····· 012

二、晶体结构的基础知识····· 013

三、实际金属中的晶体缺陷····· 020

四、合金中的相····· 022

第二节 金属材料的性能····· 026

一、金属材料的力学性能····· 026

二、金属材料的物理性能····· 031

三、金属材料的化学性能····· 035

四、金属材料的工艺性能····· 036

第三节 Fe—Fe ₃ C 相图	044
一、Fe—Fe ₃ C 相图	044
二、合金元素对 Fe—Fe ₃ C 相图的影响	051
第四节 钢的加热和冷却转变	052
一、钢在加热时的转变	052
二、过冷奥氏体转变	055
三、钢的淬透性及淬硬性	058
四、淬火钢的回火转变	062
五、时效	065
六、合金元素对钢的影响	066
 第三章 钢的热处理基本工艺	 073
第一节 钢的退火与正火	073
一、退火与正火的工艺分类代号及应用范围、名词术语 ...	073
二、钢的退火	076
三、钢的正火	082
四、退火与正火的工艺操作	084
五、退火与正火常见缺陷及对策	085
六、退火与正火后工件的质量检验	087
七、退火与正火工艺对加热设备及控制系统的技术要求 ...	089
八、正火后的质量效应及常用钢退火、正火工艺参数	089
第二节 钢的淬火与回火	095
一、淬火与回火工艺代号及名词术语	095
二、淬火工件的分类	098
三、淬火工艺及操作	099
四、淬火方法	103
五、淬火方式	110
六、淬火介质	111
七、回火工艺及操作	133

八、深冷处理	138
九、热处理件的清洗、中间防锈及喷砂、喷丸	140
十、淬火与回火工艺编制原则	143
十一、零件淬火回火后的质量检验	145
十二、零件淬火与回火缺陷及对策	149
十三、淬火与回火工艺对加热设备、控制系统 及冷却设备、冷却介质的技术要求	156
十四、淬火质量效应、淬火临界直径等数据	158
第三节 热处理应力、畸变与开裂	162
一、热处理应力及畸变	162
二、热处理应力及开裂	167
 第四章 钢的表面热处理	174
第一节 感应加热表面热处理	174
一、工艺代号及名词术语	174
二、概述	177
三、感应器	182
四、高、中工频感应加热淬火与回火	199
五、高、中工频感应加热淬火与回火实例	215
六、感应加热淬火件的质量检验	242
七、感应加热淬火件的常见缺陷及预防措施	247
八、对感应加热设备、淬火机床、回火设备、控制系统及 淬火介质的技术要求	250
第二节 火焰加热表面淬火	252
一、概述	252
二、用于火焰加热淬火的燃料	254
三、火焰加热淬火常用喷射器、喷嘴及淬火加热方法	255
四、火焰加热表面淬火与回火工艺	260
五、火焰加热表面淬火实例	263

六、火焰加热表面淬火质量检验	267
七、对加热装置及冷却介质等技术要求	269
第三节 高能束热处理	270
一、工艺代号及名词术语	270
二、概述	273
三、激光热处理	275
四、电子束热处理	285
五、离子注入表面改性	287
第四节 脉冲表面淬火	291
一、特点	291
二、脉冲淬火加热方法	292
三、超高频脉冲感应加热淬火	293
四、大功率脉冲感应加热淬火	295
第五章 钢的化学热处理	297
第一节 化学热处理总论	297
一、化学热处理定义、作用及特点	297
二、化学热处理基本过程	300
三、化学热处理制约因素分析及加速化学热处理的途径	303
四、化学热处理渗剂、催化剂及防渗剂	305
第二节 钢的渗碳	352
一、渗碳工艺代号及名词术语	352
二、气体渗碳碳势控制	354
三、常用渗碳钢及热处理	365
四、气体渗碳工艺	367
五、液体渗碳、固体渗碳及膏剂渗碳工艺	382
六、渗碳后的热处理	390
七、渗碳件的质量检验	391
八、渗碳件常见缺陷及防止措施	394

九、有关渗碳加热设备、控制系统、质量检验及淬火介质的标准规定	397
第三节 钢的碳氮共渗	400
一、工艺代号及名词术语	400
二、碳氮共渗特点	401
三、碳氮共渗工艺及操作	402
四、碳氮共渗后的热处理工艺及适用范围	412
五、碳氮共渗件的质量检验及钢件碳氮共渗淬火、回火缺陷与预防措施	414
第四节 钢的渗氮	416
一、渗氮工艺代号及名词术语	416
二、常用渗氮钢及预备热处理	417
三、气体渗氮	420
四、离子渗氮	429
五、渗氮件的质量检验	434
六、相关标准对加热设备、控制系统及检验偏差的技术要求	437
第五节 其他化学热处理方法	438
一、工艺代号及名词术语	438
二、其他化学热处理方法实例	439
第六章 可控气氛热处理	446
第一节 可控气氛分类、工艺代号及名词术语	446
第二节 可控气氛制备原理	450
第三节 典型气氛成分及碳势控制	454
一、典型气氛成分	454
二、气氛碳势控制	457
第四节 可控气氛的选择、应用及常用炉型	459

第七章 真空热处理	467
第一节 真空热处理工艺代号及名词术语.....	467
第二节 真空热处理炉.....	468
第三节 真空热处理工艺.....	471
一、真空退火	471
二、真空淬火与回火	471
三、真空淬火的淬硬能力	476
四、真空热处理工艺过程、操作及淬火、回火典型工艺 ...	479
五、真空化学热处理	484
 第八章 结构钢的热处理	491
第一节 渗碳钢及其热处理.....	492
一、常用渗碳钢	492
二、常用渗碳钢的热处理	496
第二节 渗氮钢及其热处理.....	500
一、常用渗氮钢	500
二、渗氮钢预先热处理	502
三、渗氮工艺	504
第三节 调质钢及其热处理.....	506
一、常用调质钢	506
二、调质钢预先热处理	510
三、调质钢热处理工艺	510
第四节 弹簧钢及其热处理.....	514
一、常用弹簧钢	514
二、弹簧钢预备热处理	516
三、弹簧钢热处理工艺	517
四、冷拔弹簧钢丝的热处理	522
五、提高弹簧件质量的措施	522
六、弹簧件热处理缺陷及对策	524

第五节 滚动轴承钢及其热处理	525
一、常用滚动轴承钢	525
二、滚动轴承钢的预先热处理	528
三、滚动轴承钢的最终热处理	531
四、滚动轴承钢热处理后的质量检验	537
五、滚动轴承件的热处理缺陷及防止办法	538
第六节 铸钢热处理	542
一、常用铸钢	542
二、铸钢的热处理	544
第九章 工具钢热处理	558
第一节 概述	558
一、工具钢的基本性能要求	558
二、工具钢的分类	559
三、各类工具对材料性能的基本要求及工具钢性能比较	560
第二节 碳素工具钢热处理	562
第三节 低合金工具钢热处理	568
第四节 高速钢热处理	569
第五节 冷作模具钢热处理	584
第六节 热作模具钢热处理	598
第七节 塑料模具钢及其热处理	612
一、概述	612
二、塑料模具钢热处理	617
第八节 模具钢真空热处理、表面强化及热处理缺陷和对策	619
第九节 量具钢热处理	627
第十节 工具钢金相检验	629
第十章 特殊钢的热处理	633

第一节 不锈钢耐酸钢的热处理	633
一、金属腐蚀的概念	634
二、不锈钢中合金元素的作用	635
三、常用不锈钢	636
四、不锈钢的热处理	639
第二节 耐热钢的热处理	649
一、耐热性和热强性的基本概念	649
二、常用耐热钢及热处理	652
第三节 耐磨钢	658
一、高锰钢	659
二、耐磨钢 ZGMn13 的热处理	661
三、低合金耐磨钢	663
 第十一章 铸铁热处理	 665
第一节 铸铁的分类及牌号	665
第二节 铸铁的显微组织及热处理	668
一、铸铁的显微组织	668
二、加热时的组织转变	670
三、固态相变的特征	670
四、铸铁件的热处理	670
第三节 灰口铸铁的热处理	675
一、灰口铸铁的成分、应用和性能	675
二、灰口铸铁的热处理	680
第四节 球墨铸铁的热处理	685
一、球墨铸铁的成分、特性、用途和性能	685
二、球墨铸铁的热处理	690
第五节 可锻铸铁的热处理	695
一、可锻铸铁的牌号、力学性能、成分、特性和用途	695
二、可锻铸铁的热处理	699

第六节 特殊性能的铸铁	700
一、耐热铸铁	700
二、抗磨白口铸铁	702
三、高硅耐蚀铸铁	707
 第十二章 有色金属热处理	 710
第一节 铝及铝合金的热处理	710
一、铝及铝合金	710
二、铝合金的热处理	717
第二节 铜及铜合金及其热处理	738
一、铜及铜合金的分类、牌号及特性	738
二、铜及铜合金的热处理	747
第三节 钛及钛合金的热处理	760
一、钛及钛合金	760
二、钛及钛合金的热处理	762
三、影响钛合金热处理质量的因素及热处理时的 注意事项	769
 第十三章 热处理热工仪表	 771
一、温度测量方法及常用温度计	771
二、热电偶、热电阻	776
三、常用电子电位差计	789
四、BXW 系列便携式浸入型测温仪	790
五、BXJ 系列便携式在线温度校准仪	793
参考文献	795

第一章 关于热处理的标准、 工艺代号及名词术语

第一节 关于热处理的国际标准、 国外先进标准及国内标准

一、国际标准

国际标准的定义是：

(1) 国际标准化组织 (International Standardization Organization, 简称 ISO) 和国际电工委员会 (International Electric Committee, 简称 IEC) 所制定的标准；

(2) 国际标准化组织发布的其他国际组织 (共 27 个) 所制定的标准。

国际电工标准 (IEC) 创立于 1906 年。1946 年 10 月联合国标准协调委员会在伦敦开会，考虑成立一个以“促进工业标准的国际协调和统一”为宗旨的国际组织。讨论结果决定成立 ISO，并于 1946 年 10 月 24 日在伦敦召开这个组织的第一届临时代表大会，于 1947 年 2 月 23 日正式成立 ISO。

ISO 的宗旨是在世界范围内促进标准的发展，目的在于推进国际间的物质交流和互助，并在文化、科学和经济方面发展互助合作。ISO 的工作遍及各个技术领域，是工业和技术合作方面最大的国际组织，现有 89 个成员国，我国于 1978 年重新加入该组

织。ISO 有 164 个技术委员会——简称“TC”。与热处理有关的技术标准归于 TC17 钢中，如钢的晶粒度测定、脱碳层深度测定、渗碳和碳氮共渗后硬化层深度测定、高频淬火有效硬化层深度测定、薄层硬化层深度测定方法等。又如正在认证的质量管理体系 ISO9000 标准、环境管理体系 ISO14000 标准等。

二、国外先进标准

国外先进标准的定义是：

- (1) 国际上有权威的区域性组织制定的标准；
- (2) 经济发达国家制定的国家标准；
- (3) 国际上通行的团体标准。

与热处理有较密切关系的各国标准化组织和标准有：

ASME 美国机械工程师协会；

JIS 日本工业标准；

JHS 日本金属热处理工业会标准；

DIN 德国标准化学会；

ANSI 美国国家标准；

ASTM 美国材料与试验协会标准；

SAE 美国机动车工程师协会标准；

AMS 美国航空材料标准；

MIL 美国军用标准；

ГОСТ 俄罗斯国家标准；

NF 法国标准；

BS 英国标准；

DD 英国标准协会标准；

SIS 瑞典标准。

目前 ISO 尚未建立独立的热处理标准技术委员会 (TC)。在工业发达国家中，除德国和日本外，其他国家也没有设立热处理专业的标准技术委员会，而是把热处理标准分散在其他专业标准

中,如钢铁材料(TC17)等。

国际标准和国外先进标准中的热处理通用技术标准,按其性质和内容大致可分为以下几类:

- (1) 基础性标准:包括名词术语、标注方式、符号代号;
- (2) 综合性质量检验方法:渗层、淬硬层、晶粒度、显微组织检验方法;
- (3) 工艺标准:传统工艺的通用标准,主要规定生产工艺条件;
- (4) 工艺材料标准:性能测定和质量检验方法;
- (5) 工艺装备:对温度均匀性、测定控制精度、炉气制备方式、控制方法和精度等一系列规定;
- (6) 安全操作和防护。

据统计,国际和国外先进标准中的热处理专用标准约 60 项,和热处理有牵连的非专用标准(相关标准)约 40 项。

三、国内标准

国内标准包括国家标准、部颁标准及行业标准。

中国国家标准 GB。GB 代表强制性国家标准,如 GB15735—1995《金属热处理生产过程安全卫生要求》,GB/T 代表推荐性国家标准,如 GB/T17358—1998《热处理生产电耗定额及其计算和测定方法》,与热处理有关的国家标准有 40 余项。

部颁标准。因大部分国家部委已经取消,原部颁标准逐渐为行业标准所代替。

行业标准。1985 年国家标准局决定建立各行业的全国性标准化技术委员会。1986 年 3 月热处理全国标准化技术委员会正式成立,至今已制定出近 70 项热处理标准。机械行业标准代号为 JB/T。